



“ARDUINO” UNA PLATAFORMA PARA EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA

Josué Arreortúa Martínez

Centro de Educación Tecnológica Agropecuaria No. 109
josue.arreortua.mtz@gmail.com

Pedro Luis Juárez Figueroa

Instituto Tecnológico de Oaxaca
jfigueroa@itoaxaca.edu.mx

Maritza Cruz Atayde

Instituto Tecnológico de Oaxaca
catayde@itoaxaca.edu.mx

Área temática: A18. Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en educación.

Línea temática: Innovación educativa y tecnología digital

Tipo de ponencia: B1.1.- Reporte final de investigación.



Resumen

La presente investigación, se realizó en el CBTA No. 109 de Capulálpam de Méndez, Oaxaca. Se observó que la enseñanza de la asignatura de Física, se imparte con un enfoque tradicional, debido a la falta de instrumentos y equipos en los laboratorios. Esta situación, no favorece la relación de la teoría con la práctica, y el aprendizaje de los estudiantes. Por lo anterior, se diseñó y aplicó una plataforma Arduino para el estudio práctico de los temas de Física, los cuales están relacionados con el desarrollo científico y tecnológico, así como con otras asignaturas del plan curricular. La investigación es de corte cualitativo. Se apoyó en la teoría constructivista, porque plantea una interacción entre el docente y los estudiantes, dicho intercambio dialéctico posibilita el aprendizaje. También, fue necesario recurrir a conceptos como: enseñanza, aprendizaje, Física, plataforma Arduino, para dar respuesta a la problemática planteada. El estudio se realizó con 25 estudiantes del cuarto semestre. Algunos resultados indican que el uso de la plataforma Arduino en la Física posibilitó que los estudiantes conocieran una plataforma tecnológica para la creación de aplicaciones complejas y lenguajes de programación para construir aprendizajes significativos.

Palabras clave: Plataforma Arduino, aprendizaje, Física.

1. Introducción

El mundo que habitamos se caracteriza por sus acelerados y complejos cambios. En esta transformación, la ciencia y la tecnología, al igual que la física, cumplen una función determinante para el desarrollo de una sociedad. Desde esta perspectiva, es necesario plantear propuestas pertinentes para resolver las diversas situaciones que se presentan. Ante tal situación, los sistemas educativos tienen la tarea de formar estudiantes que desarrollen competencias acordes a las necesidades del entorno.

En México, la educación media superior tiene una amplia diversidad. Existen diferentes subsistemas, cada uno de ellos con variados enfoques. Uno de estos subsistemas es la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar (DGETAyCM). A este subsistema pertenece el plantel número 109, escenario donde se realizó la investigación, se localiza en la comunidad de Capulálpam de Méndez, Oaxaca. Los programas de estudio de mencionado plantel, se encuentran diseñados con el enfoque en competencias.

En el plan curricular de este nivel educativo se encuentra la asignatura de Física, como parte de las ciencias experimentales (Subsecretaría de Educación Media Superior). Dicha asignatura, representa una oportunidad para que los estudiantes, vislumbren el mundo científico, la investigación y la experimentación. Sin embargo, la falta de equipo e instrumentos en los laboratorios, debido a su elevado costo, limitan las actividades prácticas y experimentales. Como consecuencia, gran parte de los contenidos quedan limitados a lo descrito por los libros de texto y a la resolución de ejercicios. Lo anterior, limita el proceso de aprendizaje del estudiante, así como el desarrollo de competencias propias de la asignatura.

Desde esta condición, la investigación se apoya en la teoría constructivista con el objetivo de encontrar una explicación a la problemática que se planteó, porque favorece la vinculación de la teoría con la práctica, para que el estudiante construya sus conocimientos a partir de las experiencias que vive en otros escenarios de aprendizaje.

Ante esta situación, el objetivo fue diseñar y aplicar una plataforma Arduino para el estudio de la asignatura de Física, como alternativa para la realización de actividades experimentales, aprovechando su bajo costo, facilidad de uso y disponibilidad. Incorporar Arduino en el estudio de la Física, generó experiencias de aprendizaje enriquecidas que favorecieron la incorporación de los contenidos de la asignatura, así como temas de otras asignaturas del plan curricular, lo que posibilitó la construcción de conocimiento.

2. Desarrollo

a. La problemática

El bachillerato en México tiene una importante y trascendental misión que va más allá de los conocimientos y habilidades propios de sus asignaturas. Esta misión consiste en promover

la colaboración, la creatividad, la comunicación, el espíritu emprendedor, la resolución de problemas, la responsabilidad social, el uso de la tecnología, la perseverancia, la honestidad, la determinación, la flexibilidad para adaptarse a entornos cambiantes, el liderazgo y la innovación. Con el objetivo de atender las exigencias de un entorno desafiante. (Subsecretaría de Educación Media Superior).

Prácticamente en todos los niveles educativos, la enseñanza de las ciencias se ha reducido a transmitir el conocimiento sin permitir a los estudiantes reconocer cuáles son las actividades propiamente científicas, pues muchas veces los propios docentes las ignoran (Chamizo y Robles, 2010). La mayoría de los estudiantes de instituciones públicas y privadas, se forman en un sistema educativo tradicional que prioriza la enseñanza del profesor y no el aprendizaje del estudiante, con predominio de esquemas de enseñanza que ponen énfasis en lo memorístico y en la sola transmisión de conocimientos (Alvarado, 2014).

Para el caso de los estudiantes del plantel No. 109 de Capulálpam de Méndez, cursan la asignatura de Física en cuarto semestre. En este nivel los estudiantes ya han cursado las asignaturas de Álgebra, Geometría y Trigonometría y Geometría analítica, lo que les proporciona fundamentos matemáticos para abordar los temas de Física. El enfoque por competencias que rige el plan de estudios ha servido como eje en la formación académica de los estudiantes. Así, para el bachillerato tecnológico, se tienen las competencias genéricas, disciplinares y profesionales. Específicamente, a la Física corresponden las competencias disciplinares de las ciencias experimentales, que están orientadas a que los estudiantes conozcan y apliquen los métodos y procedimientos de dichas ciencias para la resolución de problemas cotidianos y para la comprensión racional de su entorno.

El aprendizaje de las ciencias conlleva, por parte del estudiante, un esfuerzo cognitivo y metacognitivo que va más allá de los ejercicios rutinarios de los textos o de la insistencia de los profesores para que repitan los conceptos o que puedan llevar a cabo una actividad experimental que indica el manual de prácticas, por más didácticas que parezcan (Alvarado, 2014).

Efectivamente, el aprendizaje de la física requiere de recursos y escenarios de aprendizaje específicos para que el estudiante ponga en práctica lo que construyó en el aula. Estos recursos y escenarios son condiciones que en el plantel No. 109 de Capulálpam de Méndez no cuenta con ellos. El laboratorio, es un ambiente de aprendizaje cercano a la realidad, donde los estudiantes pueden vincular la teoría con la práctica y reflexionar sobre los experimentos que ahí se desarrollan. Dicho laboratorio, no reúne las condiciones necesarias para que se puedan realizar las prácticas que marca el programa de estudios y no desarrolle las competencias propias de la asignatura.

b. Perspectiva teórica

La presente investigación se orienta por la teoría constructivista, esta concepción plantea una interacción entre el docente y los estudiantes, un intercambio dialéctico entre los

conocimientos del docente y los del estudiante, de tal forma que se pueda llegar a una síntesis productiva para ambos y, en consecuencia, que los contenidos sean revisados para lograr un aprendizaje significativo (Ortiz, 2015). El autor también sostiene que el constructivismo es una teoría del aprendizaje que se basa en el supuesto de que los seres humanos construyen su propia concepción de la realidad y del mundo en que viven, la corriente sociocultural sienta sus postulados en la convicción del rol preponderante que la interacción social tiene en el desarrollo cognitivo. De igual forma, se tomaron como referente los conceptos de: enseñanza, aprendizaje, física y Arduino.

Por su parte Zabalza (2004), sostiene que la enseñanza es comunicación en la medida en que responde a un proceso estructurado, en el que se produce intercambio de información entre los profesores y los estudiantes. El autor refuerza sosteniendo que la enseñanza adquiere todo su sentido didáctico a partir de su vinculación al aprendizaje; que no está confinada al aula ni ocurre sólo por la interacción simultánea de dos personas.

Dentro de la teoría constructivista se destaca la postura de Davis P. Ausubel, por ello se presenta la concepción del aprendizaje significativo. Para el aprendizaje significativo, el aprendiz no puede ser un receptor pasivo; muy al contrario. Debe hacer uso de los significados que ya internalizó, de modo que pueda captar los significados que los materiales educativos le ofrecen. En ese proceso, al mismo tiempo que está diferenciando progresivamente su estructura cognitiva, está también haciendo reconciliación integradora para poder identificar semejanzas y diferencias, reorganizando su conocimiento. O sea, el aprendiz construye su conocimiento, produce su conocimiento. Se trata de un proceso de construcción progresiva de significaciones y conceptualizaciones (Moreira, 2005).

La Asociación Colombiana de Facultades de Ciencias (ACOFACIEN), sostiene que la Física es la ciencia que estudia las interacciones fundamentales en la naturaleza, desde lo microscópico a lo macroscópico, las estructuras y cambios que generan. La física encuentra, a través de la observación sistemática y de la experimentación, elementos comunes a fenómenos diversos, abstrae e identifica los componentes esenciales a estos fenómenos y los integra para enunciar principios, construir modelos y formular teorías que permitan predecirlos y explicarlos. Al utilizar las matemáticas para elaborar sus modelos y teorías, el físico dota a la ciencia de un poder predictivo extraordinario que le permite tomar control de los fenómenos que estudia y propicia el desarrollo tecnológico.

Arduino es una compañía de desarrollo de software y hardware libre, así como una comunidad internacional que diseña y manufactura placas de desarrollo de hardware para construir dispositivos digitales e interactivos que puedan detectar y controlar objetos del mundo real. Arduino se enfoca en acercar y facilitar el uso de la electrónica y programación de sistemas embebidos en proyectos multidisciplinarios (<https://www.arduino.cc>) Esta característica es una de las principales ventajas de las que sacan partido las instituciones educativas, ya que al ser un sistema simple y fácil de usar, los estudiantes pueden construir sus primeros prototipos sin necesidad de tener conocimientos avanzados de electrónica y programación. Así mismo, el uso de

sensores compatibles permite interactuar con diversas propiedades físicas como: temperatura, presión, humedad, fuerza o sonido por mencionar algunas. Estos sensores se convierten en un recurso excelente para las actividades experimentales de la asignatura de Física.

Para el desarrollo de la presente investigación fue importante elaborar este constructo, porque sirvió de base para comprender la problemática relacionada con el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física. Esto implica que tanto el docente como el estudiante requieren tener una participación dialéctica en la construcción del conocimiento, así como reflexionar sobre su participación en los diferentes escenarios de aprendizaje.

c. Escenario de la investigación

El diseño y aplicación de la plataforma Arduino que se realizó para la asignatura de Física, fue en el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 109, con sede en el municipio de Capulálpam de Méndez, perteneciente a la Sierra Juárez del estado de Oaxaca. El plantel está adscrito a la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar (DGETAyCM). Este subsistema, es uno de los tres principales tipos de educación media superior en el país. Ofrece un bachillerato tecnológico, es una opción de bachillerato con modalidad bivalente, es decir, se estudia el bachillerato al mismo tiempo que una carrera técnica. Al egresar, los estudiantes reciben su certificado con la posibilidad adicional de obtener su título y cédula profesional, los cuales son expedidos por la Dirección General de Profesiones de la Secretaría de Educación Pública.

Antecedentes históricos curriculares

Según la Secretaría de Educación Pública (2017), durante el periodo comprendido entre los años 1979 a 2014, el modelo curricular de la Institución ha pasado por diferentes transformaciones. El CBTA No. 109 inició con la carrera de Técnico Profesional Agrícola, especialista en fruticultura. Al siguiente año, se agrega la carrera de Técnico Pecuario, especialista en especies menores y en 1981, esta última cambió de especies menores a porcicultura.

En 1983, cambia de modalidad terminal a un bachillerato bivalente y, como consecuencia, se aplica el nuevo tronco común del bachillerato tecnológico aprobado en 1981. Este, a la vez que unificado, era diversificado en tres áreas de conocimiento: económico – administrativo, físico – matemático y químico – biológico.

En 1985, el plan de estudios cambia en el aspecto tecnológico, para dar al estudiante una formación integral, poniendo mayor énfasis en los procesos productivos, reduciendo de manera general las horas de las materias tecnológicas. Con esta modificación, el aspecto tecnológico quedó dividido en tres áreas: a) área de apoyo que constituye el núcleo básico agropecuario, b) área de procesos referido a los procesos de producción, y c) área de desarrollo productivo que trata de unificar las prácticas de las materias con los proyectos productivos estudiantiles.

La última modificación estructural importante del sistema educativo se realizó en el año 2004, con la implementación de la Nueva Reforma Curricular en el Nivel Medio Superior. Esta se sustenta en la formación humanista, integral y pertinente de los alumnos en el nuevo contexto mundial consecuencia de la globalización de la economía y por consiguiente de los modos de vida de los pueblos y de las naciones.

Los cambios se dieron en tres componentes del bachillerato: básico, propedéutico y profesional. El objetivo fundamental en el componente profesional fue que los estudiantes puedan adquirir habilidades, conocimientos y destrezas que les permita insertarse en el mundo laboral que demanda una educación basada en competencias laborales y que los planteles del entonces DGETA ofrecieran carreras acordes a dicha demanda. Por consiguiente, el ciclo escolar 2004-2005 inició con cambios sustantivos. La nueva Reforma Educativa planteó la necesidad de una visión nueva en el quehacer educativo. Los altos índices de reprobación, deserción y la baja eficiencia terminal fueron los indicadores que evidenciaron las deficiencias del modelo anterior, el cual ya no respondía a las exigencias de la globalidad. La Reforma Educativa también pretende responder a las exigencias del nuevo orden mundial, donde el desarrollo de conocimientos, habilidades y destrezas en un modelo de educación estática y tradicionalista no tiene ninguna razón de ser.

Un evento importante en la vida del plantel fue la creación de las extensiones educativas de San Juan Tabaá en el Distrito de Villa Alta y la de San Juan Guelavía, perteneciente al distrito de Tlacolula de Matamoros, en los valles centrales del estado de Oaxaca. Esta última extensión educativa alcanzó los requisitos necesarios para convertirse en un plantel independiente y funge como tal en la actualidad. En 2017, se establece un módulo educativo en la Agencia Municipal de “El punto” ofertando las carreras de técnico agropecuario y técnico en ofimática a jóvenes de las poblaciones cercanas. Independientemente de su estado administrativo, estas unidades educativas contribuyen significativamente al desarrollo en sus respectivas microrregiones.

A través del tiempo, el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 109, ha formado a gran número de generaciones provenientes de diferentes comunidades, tanto del interior de la Sierra Juárez como de zonas más alejadas como Valle Nacional, Tuxtepec, la Sierra Mixe, la Cañada, incluso del distrito de Miahuatlán. El beneficio social hacia las comunidades es notable, ya que muchos de los egresados del nivel medio superior regresan como profesionistas a contribuir en el desarrollo de estas comunidades.

d. Diseño metodológico

La investigación, se desarrolló con base en una metodología de corte cualitativo. Creswell (1998), afirma que la investigación cualitativa es un proceso interpretativo para analizar un problema humano o social. De acuerdo con Rodríguez *et al* (1996), la investigación cualitativa permite observar con objetividad y claridad a un sujeto real, quien ofrece información sobre sus propias experiencias.

Por medio de la investigación cualitativa se organizó el escenario de investigación. Espacio donde los estudiantes en coordinación con el docente diseñaron, experimentaron y crearon la plataforma Arduino. Desde la adquisición de los insumos hasta la puesta en marcha de la plataforma. Se reflexionó sobre la importancia de poner en práctica sus conocimientos en el laboratorio, así como vincular los conocimientos de otras asignaturas del plan curricular. Los estudiantes tuvieron la oportunidad de presentar sus proyectos en otras instituciones educativas de la comunidad.

Debido a las circunstancias derivadas de la pandemia de coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19), fue necesario esperar a que las condiciones de la emergencia sanitaria permitieran el regreso presencial a las aulas. El proyecto se realizó con 25 estudiantes del cuarto semestre que estaban cursando la materia de Física. Desarrollar la propuesta, requirió de un trabajo presencial y dialéctico entre el docente y los estudiantes, para apoyarlos directamente con sus dudas y problemas acerca de la instalación del software y escritura de los códigos.

e. Diseño y aplicación de la plataforma Arduino

El diseño y aplicación de la plataforma Arduino fue en dos fases. Se hizo así, con el objetivo de favorecer el aprendizaje, porque los estudiantes no contaban con experiencia en electrónica y programación.

La primera fase, (cuarto semestre). Durante esta fase introductoria, se expuso la propuesta de trabajo a los estudiantes y se les dio a conocer los materiales a utilizar. Tuvo como objetivo que los estudiantes adquirieran los fundamentos del manejo del software y hardware de la plataforma Arduino mediante una serie de prácticas simples. Realizar las prácticas fue motivante porque representó poner en práctica su creatividad para escribir los programas en lugar de seguir una estructura rígida definida. En cada una de ellas, se hizo uso de recursos específicos disponibles en el microcontrolador ATmega 328, componente principal de la tarjeta Arduino I. Cada práctica incluyó una descripción general, detallando aspectos técnicos, el diagrama del circuito a conectar y el código comentado que se grabó en la memoria del microcontrolador para ejecutar la función deseada. Se trató que los estudiantes conocieran y se familiarizaran con la plataforma.

La segunda fase, (quinto semestre). Tuvo como objetivo el uso de sensores específicos cuyo principio de funcionamiento guardó estrecha relación con diversas propiedades físicas. Con estos sensores, los estudiantes desarrollaron una serie de proyectos que les permitió aplicar, directamente, diversos temas de la asignatura de Física. De igual forma, que las prácticas de la fase uno, cada proyecto incluyó su descripción, el circuito y una versión inicial del código.

En esta fase, los estudiantes ya contaban con el manejo básico de los elementos indispensables, tanto de software como de hardware. Se integraron los equipos de trabajo y se presentó una descripción de cada proyecto a realizar, en el cual se usaría un sensor específico y se pondrían en práctica ciertos contenidos de la asignatura de Física.

Se realizó una revisión semanal del avance de cada equipo para resolver las dudas o problemas y realizar sugerencias hasta lograr la construcción final de cada proyecto.

f. Resultados de la aplicación

Con la realización de las prácticas y proyectos, se proporcionó a los estudiantes una alternativa de aprendizaje innovadora que permite el desarrollo de conocimientos y habilidades necesarias para su formación tecnológica.

La plataforma Arduino, es una plataforma de entrada, lo que representa el desarrollo de aplicaciones más complejas e iniciación a otros lenguajes de programación. Lo anterior, posibilita que los estudiantes fortalezcan su pensamiento y su desarrollo cognitivo.

Finalmente, los estudiantes tuvieron la oportunidad de presentar sus proyectos en otra institución educativa de la comunidad. Ahí, los jóvenes pudieron explicar de propia voz el proceso que llevaron a cabo para el desarrollo de sus prototipos y exponer los temas de física y su relación con temas de otras asignaturas. Vincularse con otros espacios educativos para presentar sus proyectos, sin duda alguna, enriquece la experiencia de aprendizaje.

3. Conclusiones

El nivel medio superior representa la culminación de la educación básica en México y la asignatura de Física, en su aportación al perfil del egresado, busca promover una educación científica de calidad para el desarrollo integral de los jóvenes del bachillerato, considerando no solo la comprensión de los procesos e ideas clave de las ciencias, sino incursionar en la forma de descripción, explicación y modelación propias de esta disciplina.

En este sentido, la incorporación de la plataforma Arduino proporcionó a los estudiantes un ambiente de aprendizaje innovador, asimilando los temas de la asignatura de una forma que rompe con el enfoque tradicional de enseñanza de la física. Los estudiantes pudieron tener contacto directo con las variables físicas por medio de los sensores y se estimuló su creatividad en el diseño de los prototipos.

Los proyectos contribuyeron a implementar un enfoque multidisciplinar en el aula, al combinar elementos de física, electrónica y programación en la construcción de los proyectos propuestos. El trabajo desarrollado permitió a los estudiantes conocer una herramienta, que es la plataforma de entrada para el desarrollo de aplicaciones más complejas y otros lenguajes de programación. Con esta experiencia, se favoreció que los estudiantes construyeran aprendizajes significativos.

Se destaca que el factor emocional es muy importante para la consolidación de los aprendizajes, y es un aspecto que no suele tomarse en cuenta dentro del aula. En esta investigación fue

notable el entusiasmo en los estudiantes desde que se presentó la propuesta, condición que aumentó cuando vieron consolidados los proyectos.

4. Propuestas

La experiencia que se adquirió en el desarrollo de la presente investigación, combinada con las aportaciones de los estudiantes, permitió organizar las siguientes propuestas:

1. Es conveniente seguir investigando acerca de la plataforma Arduino en la enseñanza de la Física, porque es una oportunidad para los estudiantes el contrastar la teoría con la práctica.
2. Es fundamental integrar los contenidos de la asignatura de Física con los temas de otras asignaturas del plan curricular.
3. Es importante que los docentes que se dedican al área de las ciencias experimentales consideren esta opción didáctica.
4. Compartir las experiencias de los estudiantes con otras instituciones educativas fortalece su proceso de formación.
5. Finalmente, la presente investigación representa un punto de partida para profesores y estudiantes que tengan la inquietud de seguir explorando el mundo de la Física.

5. Referencias

- Alvarado, C. (2014). La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales en la educación media superior de México. *Revista Do Imea*, Vol. 2; No. 2.
- Chamizo, J. A. y Robles, C. (2010). La enseñanza de las ciencias a partir de la resolución de problemas, *Cuadernos de México*, Consejería de Educación en México. No 2.
- Creswell, J. W. (1998). *Qualitative Inquiry and Research Design. Choosing among Five Traditions*. Thousand Oaks, California: Sage.
- Moreira, M. A. (2005). *Aprendizaje Significativo Crítico*. *Indivisa Boletín de Estudios e Investigación*, No. 6, Madrid: Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle.
- Ortiz, G. D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, No. 19. Universidad Politécnica Salesiana Cuenca, Ecuador
- Rodríguez, G. et al. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. España, Ediciones Aljibe, Cap. III del libro: *Proceso y fases de la investigación cualitativa*. Ed. Aljibe. Málaga, España.
- Subsecretaría de Educación Media Superior. Programa de estudios de la asignatura de Física 1. Ciudad de México.

Secretaría de Educación Pública. (2017). Planes de estudio de referencia del marco curricular común de la educación media superior, Ciudad de México.

Subsecretaría de Educación Media Superior. (2019). Encuesta del perfil de alumnos de educación media superior.

Zabalza, M. (2004). La enseñanza universitaria. El escenario y sus protagonistas. Madrid. Editorial: Narcea.

<https://www.arduino.cc>

<https://www.acofacien.org/circuitos-de-disciplina/39-fisica>